力学
（西欧16世紀～）

◆ 惑星の運動

◆ 地表での物体の運動

力学
（西欧16世紀～）

◆ 惑星の運動

- コペルニクス （ポーランド1473-1543）
  太陽中心の宇宙モデルから惑星の運動を説明
- ティコ・ブラーエ （デンマーク1546-1601）
  惑星の運動の精密観測（目視観測）
- ケプラー （ドイツ1571-1630）
  惑星の運動法則をみつける ⇒ ケプラーの法則

力学
（西欧16世紀～）

◆ 惑星の運動

◆ 地表での運動の問題

力学
（西欧16世紀～）

- ガリレオ・ガリレイ （伊　1564-1642）

• 軽いものも重いものも同じように落下する
• 落下運動は加速度が一定の運動
• 振り子の等時性

摩擦や抵抗の影響を取り除き、慣性を見つける

慣性 ： 押し続けなくても物体は運動を続ける

力学の完成

- ニュートン （英　1642-1727）

惑星の運動
地表での物体の運動
} 統一

- 運動の3法則
- 万有引力の法則

1．ニュートンの法則　　　（p43）

第１法則：慣性の法則
「物体に外部から作用する力の和がゼロのとき、
物体の速度は変わらない」

第2法則：運動の法則
「物体に外部から作用する力の和がゼロでないとき、
物体の速度が変わる（運動方程式）」

第3法則：
「互いに力を及ぼしあう物体にはそれぞれに大きさが同じで
向きが反対の力がはたらく（作用反作用の法則）」

2．万有引力の法則
あらゆる物体の間には引力がはたらき、その大きさは
各々の質量積に比例し、距離の2乗に半比例する

力学

物体にはたらいている力

↓

ニュートンの第2法則
（運動方程式）

この2つを
関係づける

↓

運動

加速度

↓

速度

↓

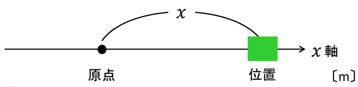
位置

運動：
時間とともに物体の
位置が変わる現象
（変わらない＝静止状態）

位置（1次元：直線上）

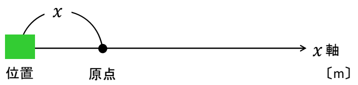
※質点
質量を持った点
回転、変形を無視できる場合

座標を設定して原点からの距離で表す。



位置 x

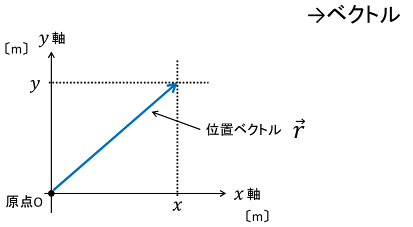
$x < 0$ は反対向き



位置（2次元：平面上）

座標を設定して原点からの距離＋向きで表す

→ベクトル

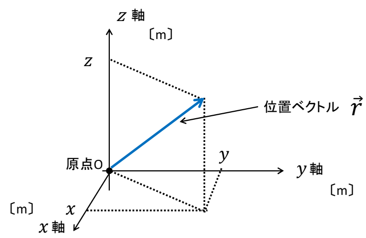


成分表示：$\vec{r} = (x, y)$ 距離：$|\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2} \geq 0$

位置（3次元：空間）

座標を設定して原点からの距離＋向きで表す

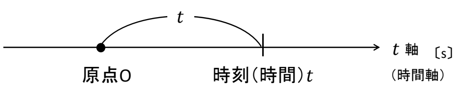
→ベクトル



成分表示：$\vec{r} = (x, y, z)$ 距離：$|\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$

時間

時刻 = 時間
経過時間 = 時間
} どちらも時間という

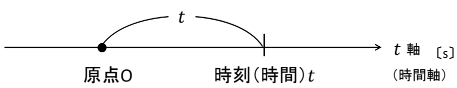


時刻の基準点からの経過時間＝時刻＝時間

時間

通常

$t < 0$ は減点Oから見て過去、$t > 0$ は未来

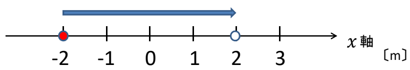


時刻の基準点からの経過時間＝時刻＝時間

運動

時間とともに物体の位置が変わる現象
（変わらない場合＝静止状態）

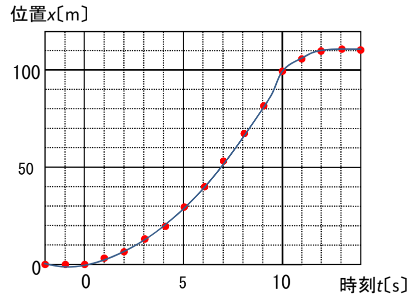
運動（1次元）の記述 = $x(t)$ （時刻の関数として表す）



例えば　$x=t^2-2$　　t=0sで位置は -2 m
t=2sで位置は 2 m

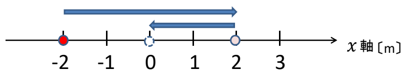
位置と時間のグラフ（x-t図）(直線上の運動）

$x=x(t)$



変位と移動距離

運動（1次元）の記述 = $x(t)$ （時刻の関数として表す）



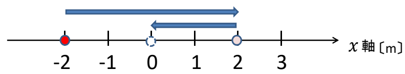
例えば　t_0で位置は -2 m
t_1で位置は 2 m　　($t_0<t_1<t_2$)
t_2で位置は 0 m

$x(t_1)$-$x(t_0)$：　時刻t_0からt_1までの変位（=4m）

時刻t_0からt_1までの移動距離は　4m

変位と移動距離

運動（1次元）の記述 = $x(t)$ （時刻の関数として表す）



例えば　t_0で位置は -2 m
t_1で位置は 2 m　　($t_0<t_1<t_2$)
t_2で位置は 0 m

時刻t_0からt_2までの変位　　$x(t_2)$-$x(t_0)$=2m

時刻t_0からt_2までの移動距離は　4m+2m=6m

4/10

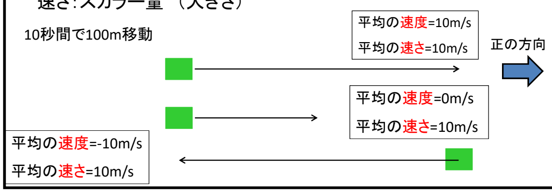
平均速度、平均の速さ(直線上の運動）

- 平均の速度＝変位÷時間
- 平均の速さ＝移動距離÷時間

単位　m/s　，(km/h)

速度：ベクトル量　（大きさと向きを持った量）

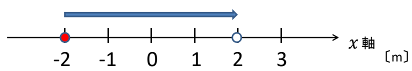
速さ：スカラー量　（大きさ）



運動

時間とともに物体の位置が変わる現象
（変わらない場合＝静止状態）

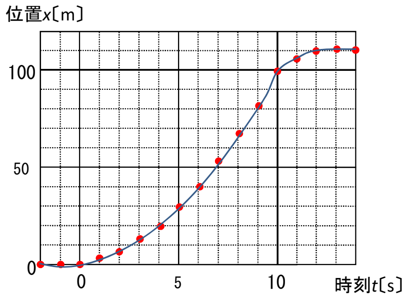
運動（1次元）の記述 = $x(t)$ （時刻の関数として表す）



例えば　$x=t^2-2$　　t=0sで位置は -2 m
t=2sで位置は 2 m

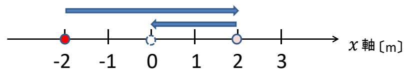
位置と時間のグラフ(x-t図)(直線上の運動)

x=x(t)



変位と移動距離

運動(1次元)の記述 = $x(t)$ (時刻の関数として表す)



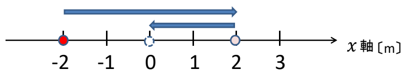
例えば　t_0で位置は -2 m
t_1で位置は 2 m　　(t_0<t_1<t_2)
t_2で位置は 0 m

$x(t_1)$-$x(t_0)$: 時刻t_0からt_1までの変位(=4m)

時刻t_0からt_1までの移動距離は 4m

変位と移動距離

運動(1次元)の記述 = $x(t)$ (時刻の関数として表す)



例えば　t_0で位置は -2 m
t_1で位置は 2 m　　(t_0<t_1<t_2)
t_2で位置は 0 m

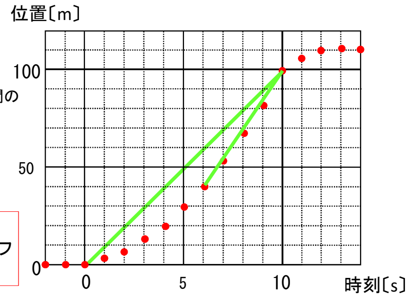
時刻t_0からt_2までの変位　　$x(t_2)$-$x(t_0)$=2m

時刻t_0からt_2までの移動距離は 4m+2m=6m

平均速度、平均の速さ(直線上の運動)

スタートから10秒間の平均速度　　p35
＝100m/10s
＝10 m/s

時刻6sから4秒間の
平均速度
＝60m/4s
＝15 m/s

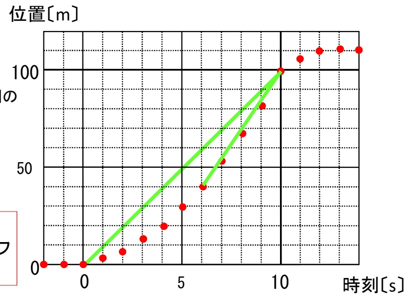


平均速度はその
時間内のx-tグラフ
の傾き

瞬間の速度(直線上の運動)

スタートから10秒間の平均速度　　p35
＝100m/10s
＝10 m/s

時刻6sから4秒間の
平均速度
＝60m/4s
＝15 m/s

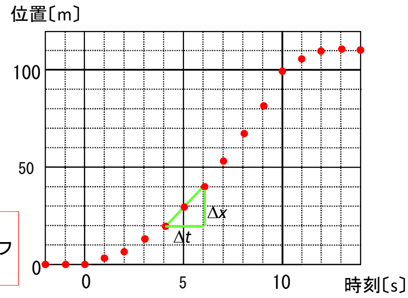


平均速度はその
時間内のx-tグラフ
の傾き

瞬間の速度(直線上の運動)

Δt: 時間　Δx: Δtの間の変位　　※ Δ:デルタ　p35

平均の速度
$$=\frac{\Delta x}{\Delta t}$$



平均速度はその
時間内のx-tグラフ
の傾き

瞬間の速度(直線上の運動)

Δt:時間　Δx: Δtの間の変位　※ Δ:デルタ　p35

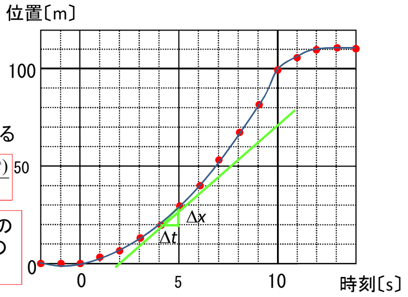
平均の速度

$$=\frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$\Delta t \rightarrow 0$ を考える

$$v(t)=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{dx(t)}{dt}$$

瞬間の速度はその瞬間のx-tグラフの接線の傾き



微分について

$y(x)=ax^n+bx^m+c$ を x で微分

$$y'(x)=anx^{n-1}+bmx^{m-1} \xleftrightarrow{\text{(記号が異なる)}} \frac{dy(x)}{dx}=anx^{n-1}+bmx^{m-1}$$

物体の位置 x が時間 t の関数　つまり $x(t)$

$$x(t)=at^n+bt^m+c$$

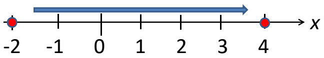
瞬間の速度 v も　時間の関数 $v(t)$

(瞬間の速度は位置を時間で微分)

$$\frac{dx(t)}{dt}=ant^{n-1}+bmt^{m-1}$$

瞬間の速度(直線上の運動)

ある時刻における位置



位置 x[m] を時刻 t [s]の関数として　$x=x(t)$　とする。

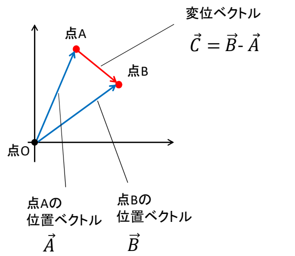
例えば　$x(t)=t^2-2$

瞬間の速度は $v(t)=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{dx(t)}{dt}=\frac{d(t^2-2)}{dt}=2t$ 〔m/s〕

時刻 t=3s での瞬間の速度は、 $v(3)=6$　m/s

位置ベクトルと変位ベクトル(平面上の運動)

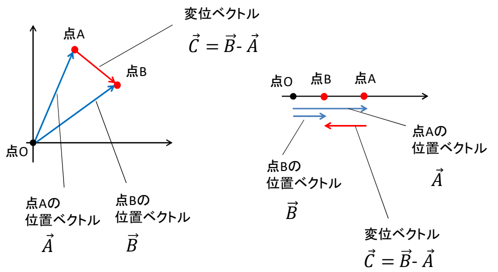
位置ベクトル:原点(基準点)からの位置を表すベクトル
変位ベクトル:位置がどれだけ変化したかを表すベクトル



あらゆる時刻における位置ベクトル $\vec{r}(t)$

位置ベクトルと変位ベクトル(平面上の運動)

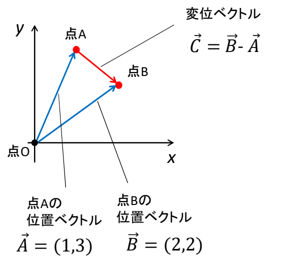
位置ベクトル:原点(基準点)からの位置を表すベクトル
変位ベクトル:位置がどれだけ変化したかを表すベクトル



あらゆる時刻における位置ベクトル $\vec{r}(t)$

位置ベクトルと変位ベクトル(平面上の運動)

位置ベクトル:原点(基準点)からの位置を表すベクトル
変位ベクトル:位置がどれだけ変化したかを表すベクトル

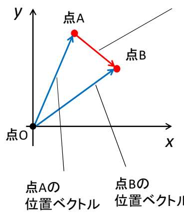


あらゆる時刻における位置ベクトル $\vec{r}(t)$

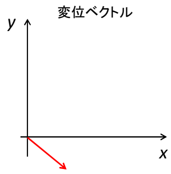
位置ベクトルと変位ベクトル(平面上の運動）

位置ベクトル：原点（基準点）からの位置を表すベクトル
変位ベクトル：位置がどれだけ変化したかを表すベクトル

変位ベクトル
$\vec{C} = \vec{B}\text{-}\vec{A}$



$\vec{A} = (1,3)$　$\vec{B} = (2,2)$

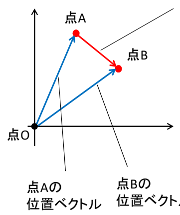


$\vec{C} = \vec{B}\text{-}\vec{A} = (1,-1)$

あらゆる時刻における位置ベクトル $\vec{r}(t) = (x(t), y(t))$

位置ベクトルと速度ベクトル

変位ベクトル
$\vec{C} = \vec{B}\text{-}\vec{A}$



$\vec{A}$　$\vec{B}$

平均速度=変位ベクトル÷所要時間

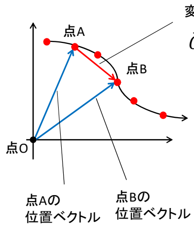
ある物体が t〔s〕で点Aから点Bまで
移動したとすると

$$\vec{v} = \frac{\vec{C}}{t} = \frac{\vec{B}-\vec{A}}{t}$$

・平均速度の向きは変位の向き

位置ベクトルと速度ベクトル

変位ベクトル
$\vec{C} = \vec{B}\text{-}\vec{A}$



$\vec{A}$　$\vec{B}$

平均速度=変位ベクトル÷所要時間

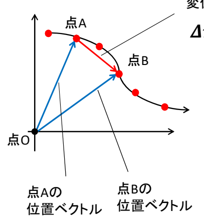
ある物体が t〔s〕で点Aから点Bまで
移動したとすると

$$\vec{v} = \frac{\vec{C}}{t} = \frac{\vec{B}-\vec{A}}{t}$$

・平均速度の向きは変位の向き

位置ベクトルと速度ベクトル

変位ベクトル
$\Delta\vec{r} = \vec{r}(t+\Delta t) - \vec{r}(t)$



$\vec{r}(t)$　$\vec{r}(t+\Delta t)$

平均速度=変位ベクトル÷所要時間

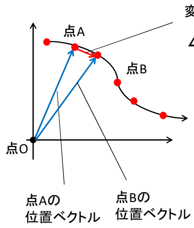
ある物体がΔt〔s〕で点Aから点Bまで
移動したとすると

$$\vec{v} = \frac{\vec{r}(t+\Delta t) - \vec{r}(t)}{\Delta t}$$

・平均速度の向きは変位の向き

位置ベクトルと速度ベクトル

変位ベクトル
$\Delta\vec{r} = \vec{r}(t+\Delta t) - \vec{r}(t)$



$\vec{r}(t)$　$\vec{r}(t+\Delta t)$

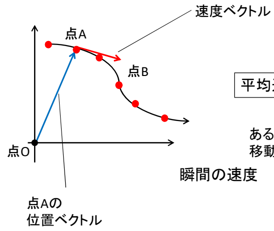
平均速度=変位ベクトル÷所要時間

ある物体がΔt〔s〕で点Aから点Bまで
移動したとすると

$$\vec{v} = \frac{\vec{r}(t+\Delta t) - \vec{r}(t)}{\Delta t}$$

・平均速度の向きは変位の向き

位置ベクトルと速度ベクトル



$\vec{r}(t)$

平均速度=変位ベクトル÷所要時間

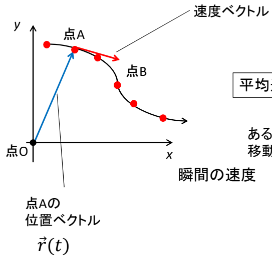
ある物体がΔt〔s〕で点Aから点Bまで
移動したとすると

瞬間の速度

$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}(t)}{dt}$$

・瞬間の速度の向きは軌跡の
接線の向き

位置ベクトルと速度ベクトル



平均速度=変位ベクトル÷所要時間

ある物体がΔt〔s〕で点Aから点Bまで
移動したとすると

瞬間の速度

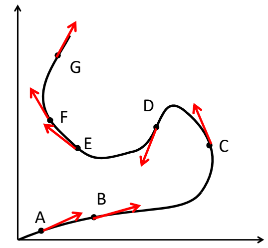
$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}(t)}{dt}$$

$$= \left(\frac{dx(t)}{dt}, \frac{dy(t)}{dt}\right)$$

問1

図のように，原点OからABCDEFGの経路を通って物体が運動した．それぞれの点は一定時間間隔で測定した物体の位置である．

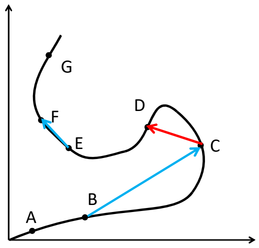
(1) それぞれの点での瞬間の速度ベクトルの向きを図示しなさい



問1

(2) CD間の平均速度ベクトルの向きを図示しなさい．

(3) また，それぞれの区間の平均速度を比べたとき，一番平均速度の大きい区間は　BC　である．また一番小さい区間は　EF　である．



加速度

- 加速度（ベクトル量）

速度の大きさや向きが１秒間でどれだけ変わるかを表す

速度の向きが変わるとき
速度の大きさが変わるとき　→　その変わる割合が加速度

平均加速度＝速度変化÷時間
（→　速度変化＝平均加速度×時間）

単位　m/s²　$\frac{[\mathrm{m/s}]}{[\mathrm{s}]} = [\mathrm{m/s^2}]$

v-t　グラフと加速度(直線上の運動)

平均加速度＝速度変化÷時間

t=6での瞬間の加速度

平均加速度

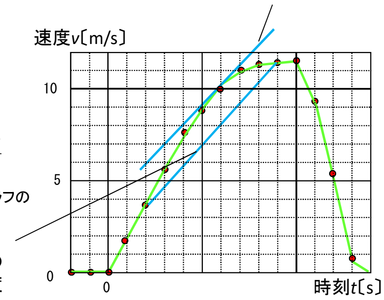
$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

瞬間の加速度

$$a = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

瞬間の加速度はv-tグラフの接線の傾き

2〜9秒間の
平均加速度



瞬間の加速度(直線上の運動)　4・17

ある時刻における位置

位置 x を時刻 t の関数として表す $x=x(t)$

例えば　$x=t^2$ -2

・時刻 t=3 での瞬間の速度は、

$$v(3) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx(t)}{dt} = \left[\frac{d(t^2-2)}{dt}\right]_{t=3} = [2t]_{t=3} = 6\mathrm{m/s}$$

・時刻 t=3 での瞬間の加速度は、

$$a(3) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv(t)}{dt} = \left[\frac{d(2t)}{dt}\right]_{t=3} = [2]_{t=3} = 2\ \ \mathrm{m/s^2}$$

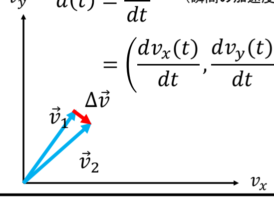
加速度ベクトルと速度ベクトルの変化

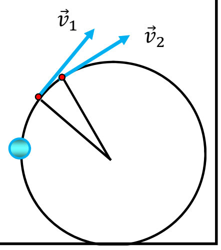
- 加速度ベクトル＝速度ベクトルの変化
  速度の向きが変わる(大きさは同じ)＝加速度

$\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$　　$\overline{\vec{a}}(t) = \dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ （平均加速度）

$\vec{a}(t) = \dfrac{d\vec{v}}{dt}$ （瞬間の加速度）

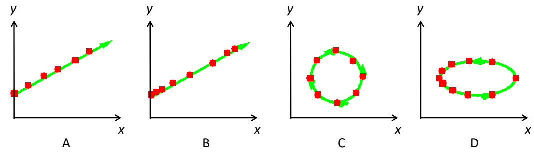
$= \left(\dfrac{dv_x(t)}{dt}, \dfrac{dv_y(t)}{dt}\right)$



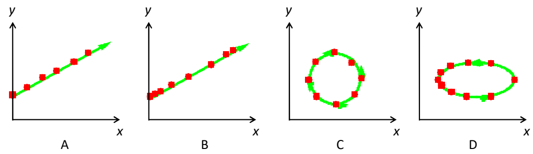


問2

下の図(A～D)は平面上で運動する物体の位置を，
一定時間間隔で記録した図である．
(1)速度一定の運動をしているのは　A　である．
(2)速さ一定の運動をしているのは　A　と　C　である．



(3)速度の向きが変化しているのは　C　と　D　である．
(4)加速度が0の運動をしているのは　A　である．
(5)加速度の大きさは変化するが，向きが変化していないのは
　ない
(6)加速度の大きさが一定の運動をしてるのは
　A と C である．



問3.　直線上を運動している物体の位置 x が時間 t の関数として

$$x(t) = \frac{1}{2}a_0 t^2 + v_0 t + x_0$$

と表せるとき t=0 での位置、速度、加速度を求めよ。
ただし、a_0, v_0, x_0 は時間によらない定数とする。

速度　$v(t) = \dfrac{dx(t)}{dt} = a_0 t + v_0$

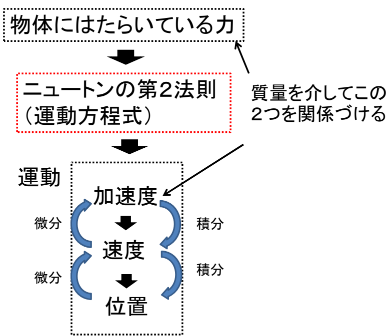
加速度　$a(t) = \dfrac{dv(t)}{dt} = a_0$

より t=0 での　位置　$x(0) = x_0$

速度　$v(0) = v_0$

加速度　$a(0) = a_0$

力学



当面使うのは

$\int a \cdot t^n dt = \dfrac{a}{n+1} t^{n+1} + C$　　（C は積分定数）

$\int t dt = \dfrac{1}{2}t^2 + C$　　$\int dt = t + C$　　$\int dx = x + C$　　等

	等加速度直線運動	等速直線運動
1. 加速度 a:	$a = a_0 (=一定)$	$a = 0\,\mathrm{m/s^2}$
2. 速度 v:	$v = v_0 + a_0 t \quad \left(a = \dfrac{v - v_0}{t} \right)$	$v = v_0 = 一定$
3. 位置 x:	$x = x_0 + v_0 t + \dfrac{1}{2} a_0 t^2$	$x = x_0 + v_0 t$
4. 移動距離 s:	$s = x - x_0 = v_0 t + \dfrac{1}{2} a_0 t^2$	$s = x - x_0 = v_0 t$

$v_0 = 初速度(t = 0での速度)$　　$x_0 (t = 0での位置)$

等加速度直線運動　（加速度 ➡ 速度）

2. 速度　v:　$v = v_0 + a_0 t$　$\left(a_0 = \frac{v - v_0}{t} \right)$

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} \;➡\; \int a(t)\,dt = \int \frac{dv(t)}{dt}dt \;➡\; \int a(t)\,dt = \int dv$$

$a(t) = a_0$:一定（等加速度運動）

$\int a_0\,dt = \int dv$　　　t=0で　$v = v_0$　とすると

$a_0 t + C_0 = v + C_1$　　　$\boxed{v = v_0 + a_0 t}$

$a_0 t + C = v$　　$(C = C_0 - C_1)$

等加速度直線運動　$\boxed{x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a_0 t^2}$　（t=0でx=x_0とする）

（速度 ➡ 位置）

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} \;➡\; \int v(t)\,dt = \int \frac{dx(t)}{dt}dt \;➡\; \int v(t)\,dt = \int dx$$

例　$a(t) = a_0$:一定　　t=0で$v = v_0$

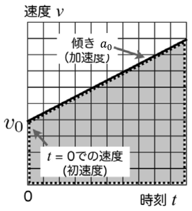
$\boxed{v = v_0 + a_0 t}$

$\int (v_0 + a_0 t)\,dt = \int dx$

$\frac{1}{2} a_0 t^2 + v_0 t + C = x$

t=0で　$x = x_0$　とすると　　$c = x_0$

$\boxed{x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a_0 t^2}$



（速度 ➡ 位置）

等加速度運動の移動距離

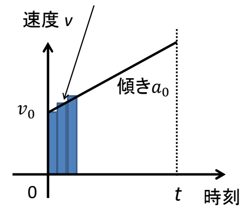
物体の移動距離はv-tグラフで時間軸とグラフで囲まれた面積

移動距離 $s = v_0 t + \frac{1}{2} a_0 t \times t$
$\quad = v_0 t + \frac{1}{2} a_0 t^2$

t=0で　$x = x_0$

$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a_0 t^2$

短い時間ならば速度一定で
移動距離 s は$s = v_0 t$



$\boxed{v = v_0 + a_0 t}$

	等加速度直線運動	等速直線運動
1. 加速度 a:	$a = a_0 (=一定)$	$a = 0\,\mathrm{m/s^2}$
2. 速度 v:	$v = v_0 + a_0 t \quad \left(a = \dfrac{v - v_0}{t} \right)$	$v = v_0 = 一定$
3. 位置 x:	$x = x_0 + v_0 t + \dfrac{1}{2} a_0 t^2$	$x = x_0 + v_0 t$
4. 移動距離 s:	$s = x - x_0 = v_0 t + \dfrac{1}{2} a_0 t^2$	$s = x - x_0 = v_0 t$

$v_0 = 初速度(t = 0での速度)$　　$x_0 (t = 0での位置)$

問4

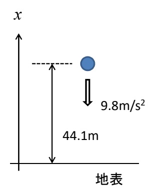
地球表面付近で、すべての物体は下向きに約9.8m/s²で加速して運動する。（重力加速度）

地表から高さ44.1mの位置にある物体を静かに放したところ、物体は下方向に運動した。（ただし、上向きを正の方向とする。）

① 物体を放してから2秒後の物体の速度は何m/sか？

② 物体を放してから2秒後の物体の位置は地表から何mの高さか？

③物体を放してから地表に着くまでの時間は何秒か？



問4

地球表面付近で、すべての物体は下向きに約9.8m/s²で加速して運動する。
（重力加速度）

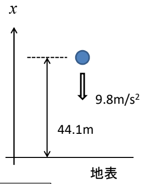
地表から高さ44.1mの位置にある物体を静かに放したところ、物体は下方向に運動した。
（ただし、上向きを正の方向とする。）

① 物体を放してから2秒後の物体の速度は何m/sか？

物体を放した瞬間の時刻 t を 0 とする。

$$v = v_0 + a_0 t \quad \left(a = \frac{v - v_0}{t} \right) \quad より$$

$$v = 0 - 9.8\mathrm{m/s^2} \times 2\mathrm{s} = -19.6\mathrm{m/s}$$



よって $\boxed{v = -19.6\mathrm{m/s}}$

4・24

問4

地球表面付近で、すべての物体は下向きに約9.8m/s²で加速して運動する。
（重力加速度）

地表から高さ44.1mの位置にある物体を静かに放したところ、物体は下方向に運動した。
（ただし、上向きを正の方向とする。）

① 物体を放してから2秒後の物体の速度は何m/sか？

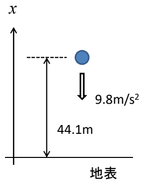
物体を放した瞬間の時刻 t を 0 とする。

$$a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow -9.8 = \frac{dv}{dt} \Rightarrow -\int 9.8dt = \int dv$$

$$\Rightarrow -9.8t + C = v$$

静かに放した ⇒ t=0でv=0 ⇒ C=0

$$-9.8t = v \Rightarrow v = -9.8 \times 2 = -19.6$$



よって $\boxed{v = -19.6\mathrm{m/s}}$

問4

地球表面付近で、すべての物体は下向きに約9.8m/s²で加速して運動する。
（重力加速度）

地表から高さ44.1mの位置にある物体を静かに放したところ、物体は下方向に運動した。
（ただし、上向きを正の方向とする。）

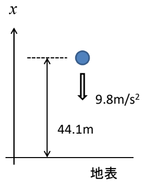
② 物体を放してから2秒後の物体の位置は地表から何mの高さか？

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a_0 t^2$$

t=0でx=44.1m　　t=0でv=0

$$x = 44.1 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2$$

$$x = 44.1 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2^2 = 24.5\mathrm{m} \qquad \boxed{x = 24.5\mathrm{m}}$$



問4

地球表面付近で、すべての物体は下向きに約9.8m/s²で加速して運動する。
（重力加速度）

地表から高さ44.1mの位置にある物体を静かに放したところ、物体は下方向に運動した。
（ただし、上向きを正の方向とする。）

② 物体を放してから2秒後の物体の位置は地表から何mの高さか？

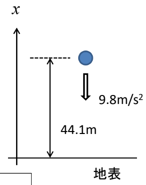
①より

$$\left. \begin{array}{l} -9.8t = v \\ v = \dfrac{dx}{dt} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{dx}{dt} = -9.8t$$

$$\Rightarrow -\int 9.8tdt = \int dx \qquad x = -\frac{1}{2} \times 9.8t^2 + C$$

t=0でx=44.1m ⇒ C=44.1m

$$\boxed{x = 44.1 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2} \qquad \boxed{x = 44.1 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2^2 = 24.5\mathrm{m}}$$



問4

地球表面付近で、すべての物体は下向きに約9.8m/s²で加速して運動する。
（重力加速度）

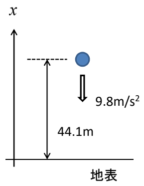
地表から高さ44.1mの位置にある物体を静かに放したところ、物体は下方向に運動した。
（ただし、上向きを正の方向とする。）

③物体を放してから地表に着くまでの時間は何秒か？

$$x = 44.1 - \frac{1}{2} \times 9.8t^2$$

$$0 = 44.1 - \frac{1}{2} \times 9.8t^2$$

$$\boxed{t = \sqrt{\frac{2 \times 44.1}{9.8}} = 3\mathrm{s}}$$

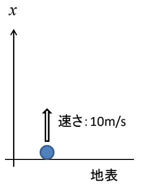


問5

物体を地表から真上に速さ10m/sで放り上げた。
（ただし、上向きを正の方向とする。）

① 物体を放り上げてから2秒後の物体の速度は何m/sか？

② 物体を放り上げてから2秒後の物体の位置は地表から何mの高さか？



問5

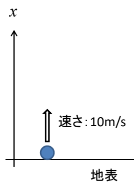
物体を地表から真上に速さ10m/sで放り上げた。
（ただし、上向きを正の方向とする。）

① 物体を放り上げてから2秒後の物体の速度は何m/sか？

$v = v_0 + a_0 t \quad \left(a = \frac{v - v_0}{t} \right)$

$v = 10 - 9.8 \times \mathrm{t}$

$v = 10 - 9.8\,\mathrm{m/s^2} \times 2\,\mathrm{s} = \text{-}9.6\,\mathrm{m/s}$



問5

物体を地表から真上に速さ10m/sで放り上げた。
（ただし、上向きを正の方向とする。）

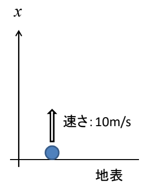
① 物体を放り上げてから2秒後の物体の速度は何m/sか？

$a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow -9.8 = \frac{dv}{dt} \Rightarrow -\int 9.8 dt = \int dv$

$\Rightarrow -9.8t + C = v$

$\Rightarrow v = -9.8 \times t + 10$ （t=0でv=10m/s）

$\Rightarrow v = -9.8 \times 2 + 10 = -9.6\,\mathrm{m/s}$



問5

物体を地表から真上に速さ10m/sで放り上げた。
（ただし、上向きを正の方向とする。）

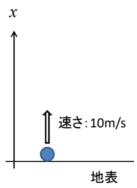
② 物体を放り上げてから2秒後の物体の位置は地表から
何mの高さか？

$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a_0 t^2$

t=0でx=0m　t=0でv=10　より

$x = 10 \times t - \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2$

$x = 10 \times 2 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2^2 = 0.4\,\mathrm{m}$



問5.

問4, 5大事

物体を地表から真上に速さ10m/sで放り上げた。
（ただし、上向きを正の方向とする。）

② 物体を放り上げてから2秒後の物体の位置は地表から
何mの高さか？

$\left. \begin{array}{l} v = -9.8t + 10 \\ v = \frac{dx}{dt} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{dx}{dt} = -9.8t + 10$

$\Rightarrow x = -\frac{1}{2} \times 9.8t^2 + 10t + C$

$\Rightarrow x = -\frac{1}{2} \times 9.8t^2 + 10t$ （t=0でx=0）

$\Rightarrow x = -\frac{1}{2} \times 9.8 \times 2^2 + 10 \times 2 = 0.4\,\mathrm{m}$